



Inhoudsopgave

Algemene introductie.....	3
Uitgebreide achtergrondinformatie.....	4
Windmolens.....	7
Zonnecellen.....	9
Licht.....	9
Chemicaliën en kunstmest.....	11
Mobiele telefoons.....	11
Elektrische en hybride voertuigen.....	12
Zij maakten een oplaadbare wereld.....	13
Leerdoelen.....	14
Sleutelvaardigheden in het Europese raamwerk.....	14
Inhoud.....	16
Activiteit.....	17
ONLINE (BROWSER) -VERSIE.....	17
WINDOWSVERSIE.....	17
ANDROIDVERSIE.....	17
LOKALE RONDE.....	18
ONLINERONDE.....	18
Bijlage 1 - Handleiding.....	18

Leerstappenplan.....	19
Beoordeling	19
Erkenning.....	19

Algemene introductie

“RAWsiko – Materialen om ons heen”- Digitale Versie (RAWsiko – DV) is een educatief spel met als doel om op een digitale en leuke manier tieners bewust te maken van de wereldwijde verspreiding van grondstoffen, het gebruik ervan in modern technologieën en waarom de toegang ertoe van uiterst belang is. Grondstoffen zijn van cruciale belang voor de uitwerking van de 2030 Agenda der duurzame ontwikkelingen en de doelen gezet in de COP21 en daarnaast nog Duurzame ontwikkelingsdoelen van de Verenigde Naties. Grondstoffen zijn van essentieel belang voor de energieovergang van fossiel naar groen, om groei en duurzame consumptie te stimuleren en voor schone en efficiënte consumententechnologie. Europa is vandaag de dag hoogst afhankelijk van grondstofimport om wereldwijd competitief te kunnen blijven op het gebied van fabricage en om te kunnen versnellen naar een overgang naar een grondstofefficiëntie en duurzame maatschappij. Dus is het van strategisch belang om technologische ontwikkelingen te vergaren en daarmee in de waardeketen, met natuurwetenschappen, technologische en economische ontwikkelingen, innovatieve oplossingen te maken.

RAWsiko – DV speelt zich af in een toekomstige fantasiewereld waarin de hoofdproducent van cruciale grondstoffen plotsklaps besluit exporten stop te zetten, waardoor een grondstofstormloop plaatsvindt. De spelers zullen een aantal cruciale grondstoffen moeten verzamelen als belangrijke onderdelen van apparaten die zij moeten maken. Op deze manier ervaren de spelers de complexiteit van het grondstofaanbod dat schuilt achter het gebruik van alledaagse apparaten zoals beeldschermen en lampen. Maar ook, wat schuilt achter de overgang naar hernieuwbare energie zoals zonnecellen en windturbines. De leerlingen kunnen zowel samen klassikaal spelen als thuis met vrienden, familie of anderen op internet.

Sleutelwoorden:

Grondstoffen; Mineraalontginning; Grondstofbeleid, Duurzame ontwikkelingen;

Grondstofgebruik

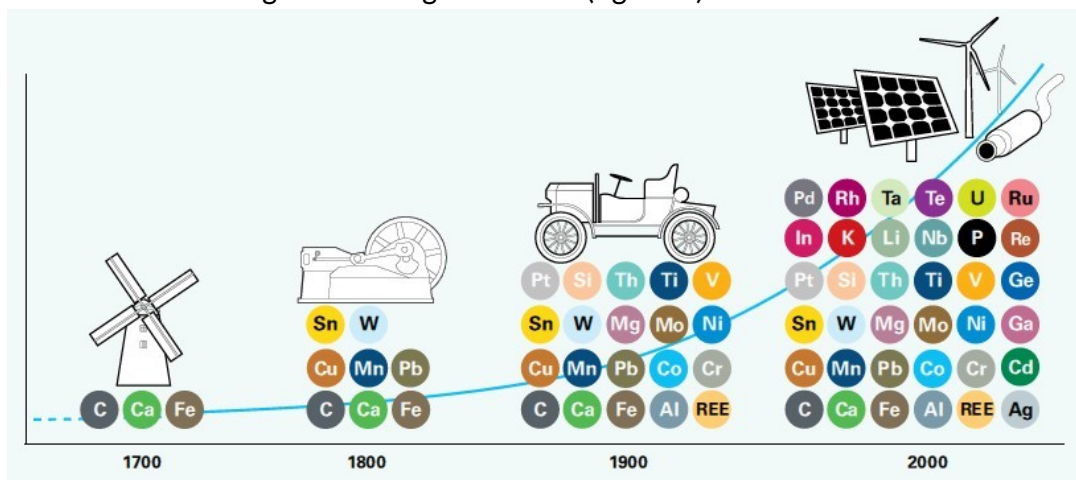
Download of speel online via: <https://arraise.com/rawsiko/>

Uitgebreide achtergrondinformatie

RAWsiko - DV is een educatief spel dat spelers bewust wil maken over het nabije tekort van verscheidene metalen en mineralen die deel uitmaken van de groep niet-hernieuwbare materialen. Een groep met onder andere kool, olie en gas.

Ernst van cruciale grondstoffen (CGSen)

Elke technologische voortgang in de menselijke geschiedenis heeft er altijd voor gezorgd dat er meer verschillende en hoeveelheden metalen gebruikt werden. De meest recente sprong vooruit in dit gebruik, vond plaats aan het eind van het afgelopen millennium met elektronicaminiaturisering en de ontwikkeling van apparaten voor hernieuwbare energie. GSen zijn van uiterst belang om de overgang naar groene energie, om groei, duurzame consumptie en toegang tot schone en efficiënte consumententechnologieën te kunnen voortzetten. De steeds snellere technologische innovatie, groeiende wereldbevolking en stijgende opkomende economieën leiden tot een grotere vraag naar GSen (figuur 1).



Figuur 1. Tijdlijn van benodigde materialen voor technologische vooruitgangen.

Europa is vandaag de dag hoogst afhankelijk van grondstofimport om wereldwijd competitief te kunnen blijven op het gebied van fabricage en om te kunnen versnellen naar een overgang naar een grondstofefficiëntie en duurzame maatschappij. Als we doorgaan zoals we er nu op afstevenen, zullen veel metalen niet beschikbaar zijn (figuur 2 (door A.J. Hunt, A.S. Matharu, A.H. King, J.H. Clark, Green Chem., 2015, 17, 1949-1950)). Als gevolg daarvan zijn de verwerking van primaire en secundaire bronnen (terugwinning uit afval), ontwikkelingen van nieuwe duurzame materialen en de levensloop van materialen en producten van cruciaal belang in alle fases (bijv. hergebruik, reparatie, revisie, herfabricage en recyclen – kringloopeconomie)

Actinides ‡

De Europese Unie (EU) importeert het leeuwendeel van haar grondstoffen. Daarom is de Commissie in 2008 begonnen met het evalueren van cruciale GSen. Dit doen zij iedere drie jaar. De materialen die essentieel zijn voor de Europese economie en een aanbodrisico met zich dragen worden betiteld als **cruciale grondstoffen** (CGSen). Na de herziening van deze lijst in 2020¹, bevat het 30 CGSen (Tabel 1). Daarmee zijn **CGSen** van **economisch en strategisch belang voor de Europese Unie**, maar hebben ze een **hoog aanbodrisico**. Het grootste deel van deze cruciale GSen zijn chemische elementen of de mineralen waar deze uit gewonnen worden. Sommigen daarvan maken deel uit van de groep metalen. Samenvattend: de groep CGSen omvat 46 scheikundige elementen, waarvan de helft van nature voorkomt. Wees u alstublieft bewust dat het spel RAWsiko zich niet geheel houdt aan de elementen uit het meest recente EU-rapport, zowel omdat er ontwikkelingen plaatsvonden voor de uitgave van het rapport en omdat er uit speel- en balanseringsoverwegingen een aantal uit eerdere verslagen zijn weggelaten.

De bevoorrading van een grondstof kan bedreigd worden om een aantal redenen. Deze kunnen zowel geologisch, als omgevingsgebonden, als economisch of sociopolitiek zijn:

- ¹ COM(2020) 474 - Critical Raw Materials Resilience: Charting a Path towards greater Security and Sustainability - 03/09/2020

bevinden in slecht een regio of land wereldwijd. Dit kan een monopolie veroorzaken en daarmee mogelijk leveringsbeperkingen veroorzaken door omgevingsgerichte of politieke factoren.

2. **Gelimiteerde aanwezigheid in de aardkorst**
3. **Ze kunnen niet vervangen worden in een of meer technologieën:** Als er geen geschikte vervanger is, is het materiaal cruciaal.
4. **Gevaarlijke ontginning en/of klimaatrisico's:** het ontginningsproces kan moeilijk of klimaattechnisch niet gerechtvaardigd zijn.
5. **Sociopolitiek:** Tezamen met klimaattechnische afwegingen moet de welvaart van de mens niet vergeten worden. In gebieden met minimale regelgeving over ontginningswerken, mensenrechtenschendingen, kinderarbeid en problematische gezondheidswerkomstandigheden voor de werknemers, zijn beschreven (bijv. 'conflictmineralen' zoals kobalt, wolfram, tantaal...).

Tabel 1. Lijst met cruciale grondstoffen 2020

Antimoon (Sb)	Germanium (Ge)	Platinumgroepmetalen (PGMs)*
Bariet (BaSO ₄)	Hafnium (Hf)	Fosfaaterts (P anionische zouten)
Bauxiet (erts 40% Al)	Zware zeldzame aardelementen (ZZAEs)#	Fosfor (P)
Beryllium (Be)	Lithium (Li)	Scandium (Sc)
Bismut (Bi)	Lichte zeldzame aardelementen (LZAEs)°	Siliconen (Si)
Boraat (B anionische zouten)	Indium (In)	Strontium (Sr)
Kobalt (Co)	Magnesium (Mg)	Tantaal (Ta)
Cokeskolen (voornamelijk C)	Natuurlijk grafiet (C)	Titanium (Ti)
Fluorspar (CaF ₂)	Natuurlijk rubber (C ₅ H ₈) _x	Wolfram (W)
Gallium (Ga)	Niobium (Nb)	Vanadium (V)

***PGMs:** Ruthenium (Ru), Rhodium (Rh), Palladium (Pd), Osmium (Os), Iridium (Ir), and Platinum (Pt).

#**ZZAEs of HREE in het Engels:** Europium (Eu), Gadolinium (Gd), Terbium (Tb), Dysprosium (Dy), Holmium (Ho), Erbium (Er), Thulium (Tm), Ytterbium (Yt), and Lutetium (Lu).

°**LZAEs of LREE in het Engels:** Scandium (Sc), Yttrium (Y), Lanthanum (La), Cerium (Ce), Praseodymium (Pr), Neodymium (Nd), Promethium (Pm) en Samarium (Sm).

Waar worden cruciale grondstoffen voor gebruikt?

"RAWsiKo – Materialen om ons heen" heeft als doel de spelers te laten zien waar de hoofdvoorraden van CGSen zijn, maar ook welke apparaten deze materialen bevatten. De spelers zullen het belang van een veiliggestelde grondstofvoorziening voor de modern industrie bespreken.



Als een speler een doel ontvangt, bestaande uit drie lijstjes CGSen, kan die het venster vergroten door op een materiaalicoon te klikken (Rechts een voorbeeld van een doelkaart). Dit is verbonden aan het object dat het materiaal bevat (consumentenelektronica, kunstmest, windturbines, telescopen, Led-lampen, nachtkijkers, zonnepanelen, pigmenten en gekleurd glas, wapenindustrie, etc.). Hieronder in meer detail beschreven. En, voor verdere bespreking in de klas zijn ook de elektrische auto en de smartphone inbegrepen - twee complexe apparaten met een grote marktwaarde. Deze zijn (nog) niet in het spel inbegrepen.

Windmolens

Voor het opwekken van windenergie worden zeldzame aardelementen (ZAEs) gebruikt in de fabricage van permanente magneten. Deze worden gebruikt in de generatoren van de turbines. Permanente (harde) magneten verzetten zich sterk tegen demagnetisering en kunnen daarmee gebruikt worden in op-wind-draaiende generatoren en elektrische aandrijfmotoren. Normaliter beschikken zij over een sterke magnetische energie ten opzichte van hun grootte. Dankzij deze eigenschap, kan het onderdeel verkleind worden waardoor het ook in andere technische sectoren als computer, mobiele telefoons, audiovisuele apparatuur, diagnostische apparaten (bijv. Speakers en MRI's) en aan-energie-verbonden systemen (bijv. wisselstroomdynamo's en elektrische motoren, zie de paragraaf over elektrische auto's hieronder), van toepassing is.



Figuur 3 De windmolendoelkaart

Hoewel er verschillende typen permanente magneten zijn, worden bij uitstek de neodymium-ijzer-boor (NdFeB)-magnetten het meest gebruikt. Op het gebied van eigenschappen staan ze gelijk aan samariumkobaltnagnetten, maar deze eerdergenoemde zijn behoorlijk goedkoper.

In windturbines bevatten de sterke NdFeB-magnetten meestal vier verschillende ZAEs: neodymium (Nd), praseodymium (Pr), dysprosium (Dy) en terbium (Tb) (figuur 3). Neodymium en praseodymium dragen bij aan de sterkte van de magnetische kracht en dysprosium & terbium versterken de weerstand tegen demagnetisering, voornamelijk bij hoge temperaturen.

Ook boor (B), uit boraat, en ijzer (Fe) zijn nodig. B is een CGS en ijzer, dat zelf niet zelf een CGS is, wordt gemaakt met cokeskool dat wel in de lijst staat. NdFeB speelt een belangrijke rol in toepassingen die een hoge prestatie, hoge efficiëntie en een kleine grootte vereisen. Het heeft dan ook de grootste energiedichtheid van alle permanente magneten waardoor het materiaal dé keuze is in hoge-prestatie doeleinden waarin grootte en gewicht belangrijke elementen zijn. De eigenschappen van NdFeB-magnetten stammen af van de unieke combinatie van groot magnetisch moment door een 3d-overgangsmetaal (bijv. Fe) met een de 4f-electronconfiguratie van een zeldzame aarde. Als gevolg van deze voordelen wordt het meest van de Nd-, Pr- en Dy-productie in de permanente-magnetensector gestoken. Deze magneten zijn

van belang voor de efficiënte werking van de rotores zodat ze enkele megawatt per turbine kunnen opwekken (figuur 4). De materiaalvraag voor de productie van windmolens stijgt jaarlijks van twee- tot vijftienmaal, afhankelijk van de materialen en het scenario.



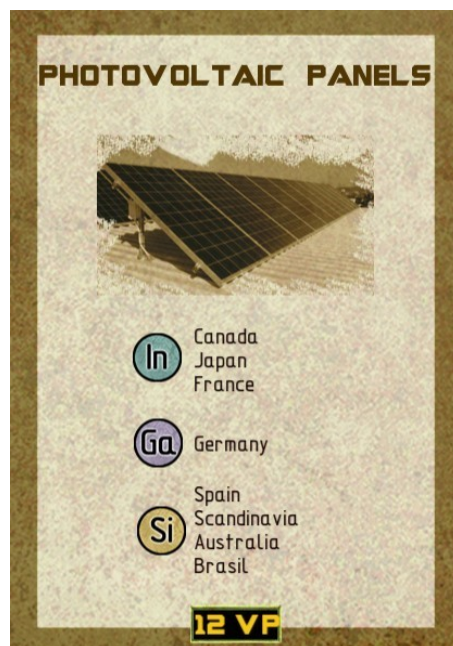
Figuur 4. Hoeveelheid en type grondstof nodig voor een windturbine.

Vandaag de dag – evenals in de laatste paar decennia – wordt de ZAE-productie gedomineerd door de volksrepubliek China. Tot 1960 waren de ZAEs niet cruciaal en werd er weinig aandacht aan geschonken, maar toen begonnen vroege technologische ontwikkelingen deze elementen te gebruiken. Een belangrijke ontwikkeling was de fabricage van de kleurentelevisie, gezien deze europium (Eu) en fosfor (P) bevatte. Hierdoor steeg de hoeveelheid mijnbouw naar ZAEs wereldwijd. En toen aanmerkelijke ZAE-bronnen in Bajan Obo in Binnen-Mongolië werden ontdekt, verplaatste de wereldproductie naar China en heeft dat land inmiddels een monopolie op de productie van ZAEs.

Zonnecellen

Zonnepanelen vereisen een hoogst puur type silicium (Si) van 99,9999% of meer. Zelfs al is silicium het meest voorkomende element in de aardkorst (28%), op zuurstof na (46%), vereist diens reductie en zuivering voor elektronische doeleinden een hoop energie. Ook is de fabricage gevaarlijk en vindt daarom de productie voor het gemak buiten de EU plaats. Dit maakt silicium een CGS.

Alternatieven voor silicium in zonnecellen zijn technologieën gebaseerd op cadmium (Cd), germanium (Ge), gallium (Ga), tellurium (Te) en selenium (Se). Sommigen daarvan staan ook op de CGS-lijst (figuur 5). Daarnaast zijn een aantal van deze elementen giftig en zijn daarmee riskant om te maken en hergebruiken. Ook vereist elk zonnepaneel een laag indium-tin oxide (ITO) – net als elk beeldscherm – omdat dat het enige materiaal beschikbaar is dat zowel elektrisch geleidbaar en doorzichtig is. Indium (In) is ook een



Figuur 5. Dezonnepaneeldoelkaart.

een cruciale rol gespeeld in de ontwikkeling van deze technologie, zoals de Nobelprijs voor de natuurkunde in 2014 wel kan bewijzen.³

Sinds het gebruik van LED is helaas de vraag naar verscheidene CGS gestegen. Naast europium (Eu) en terbium (Tb) – die in CFLs al gebruikt werden – worden ook yttrium (Y), gadolinium (Ga), germanium (Ge) en Indium (In) gebruikt in Led-technologie (figuur 7). Het is dan ook belangrijk dat toekomstige producten niet alleen worden geoptimaliseerd in hun functionaliteit, maar ook gelet wordt op het gebruik van hernieuwbare materialen in de fabricage en in het hergebruik.

Chemicaliën en kunstmest

De chemische industrie is erg afhankelijk van platinumgroepelementen (PGEs). Deze worden gebruikt als katalysators in een grote hoeveelheid chemische processen. Ook worden CGSen als fosfaaterts, fosfor, vloeispaat (fluoriet) en Si gebruikt in de industrie.

De wereldwijde handel van fosfaaterts bedraagt ongeveer 75 miljoen ton per jaar (beschouwt als P_2O_5), waarvan de EU ongeveer 2,1 miljoen gebruikt – voor het grootste deel geïmporteerd uit Marokko (84%). Slechts 17% van alle fosfaten wordt gewonnen uit hernieuwbare bronnen zoals dierlijk slijk en mest, voedselresten en afvalwater. Fosfaaterts wordt voornamst gebruikt voor de fabricage van kunstmest (figuur 8), dan in diervoeding, reinigingsmiddelen en fosforzuur. Zonder fosfaatkunstmest zou de gewasproductie per oppervlakte drastisch verminderen. 1,2 Miljoen ton fosfaaterts dat wordt omgezet tot elementair fosfor (als P_4 beschouwd), is gewijd aan de chemische- en de wapenindustrie.

Andere CGS staan hieronder beschrijven.

- **Si**-metaal, met een zuiverheidsgraad lager dan dat voor elektronica. Wordt gesmolten toegevoegd aan
- **Al** om de mechanische eigenschappen van legeringen te verbeteren, maar ook omgezet met silicone tot afdichtmiddelen, kleefstoffen, smeermiddelen en oppervlakte-actieve stoffen voor de bouw en industrie.
- Brandvertragers bevatten **antimoon**trioxide (Sb_2O_3) en de elektrodes van loodaccu's bevatten metaal **antimoon (Sb)** om waterstofvorming tegen te gaan bij het opladen.
- De helft van de natuurlijke **grafiet**productie wordt gewijd aan het vuurvast maken van staal en zo'n 20% wordt gebruikt voor oppervlaktebehandeling & het opkolen van staal. De vraag naar anodes in lithiumbatterijen is ook nog eens goed voor 8% en met 5% van het natuurlijke grafiet maken behoorlijk deel uit van smeermiddelen, potloden en elektronica een behoorlijk deel uit.



Figuur 8. De kunstmestdoelkaart.

³ C. C. Pavel, A. Marmier, E. Tzimas¹, T. Schleicher, D. Schuler, M. Buchert, D. Blagoeva [Phys. Status Solidi A 213, No. 11, 2937–2946 \(2016\).](#)

Mobiele telefoons

Een smartphone bevat meer de helft van de natuurlijke elementen (figuur 9). De meeste daarvan zijn CGSen en waardevolle metalen. Zo bevat een smartphone 306 mg zilver (Ag) en 30 mg goud (Au)!

Sommige delen van het omhulsel en de batterij van een telefoon zijn gemaakt van Al – het metaal dat uit bauxiet wordt gewonnen. Daarnaast bevat een batterij ook zo'n 6 g kobalt (Co) in haar positieve elektrodes en lithium in haar elektrolyt en negatieve elektrode.⁴

Figuur 9. De elementen die een smartphone bevat: CGSen in het rood, anderen in het groen.

De achterkant van het scherm – zoals het is bij elk scherm – wordt bedekt door een dun laagje ITO. Dat is tot op heden het enige geleidende materiaal geschikt. En in de kleurenpigmenten van het scherm worden ook ZAEs verwerkt. Germanium zorgt ervoor dat het siliconenglas de juiste lichtbreking heeft voor de kleine lens. Si wordt ook – in hoogst zuivere vorm – gebruikt in de microchips. Nd is een sleutelonderdeel van de supermagneten die de miniluidsprekers en -microfoons doen werken. Tantalum (Ta) dirigeert de goede prestaties van de condensators.

Elektrische en hybride voertuigen

Electrische en hybride voertuigen (figuur 10)⁵ bevatten ook een hoop CGSen in de vorm van sensors, elektrische motoren & generatoren, liquid crystal displays (LCDs), glas, spiegels en katalysatoren. De laatste bevat ook nog een platina-groep elementen (PGEs: platinum (Pt), iridium (Ir), rhodium (Rh), ruthenium (Ru), osmium (Os) en palladium (Pd)). Katalysatoren werden in de jaren tachtig verplicht om luchtvervuiling te verminderen. [In die tijd werd lood (Pb) aan de brandstof toegevoegd als anti-ontploffingsmiddel gezien Pb-vrije brandstof aromatische koolwaterstoffen nodig hadden ter vervanging ervan. Maar die laatste vormt gevaarlijke stoffen bij onvolledige verbranding.] Na de overgang naar *katalytische* auto's, verminderde de hoeveelheid Pb, koolmonoxide en onverbrande koolwaterstoffen drastisch. Daarentegen

⁴ <https://www.verbraucherzentrale.nrw/wissen/digitale-welt/mobilfunk-und-festnetz/smartphonerecycling-11540>, status 18.05.2020

⁵ <https://www.universiteitleiden.nl/en/research/research-projects/science/cmlrare-earth-supply-chainand-industrial-ecosystem-a-material-flow-assessment-of-european-union>

steeg daarmee de vraag naar PGEs. Voor de ontwikkeling van elektrische en hybride auto's ligt nog een verdere uitdaging in het verminderen van uit CO₂ en andere luchtvervuilende stoffen.

De nieuwste batterijen zijn gebaseerd op Li: het lichtste metaal en het metaal met het hoogste elektrische potentiaal. Maar Li is niet de enige CGS in dit soort accu's: de positieve elektrode bevat kobalt (Co). Door deze technologie in de energiedichtheid hoog genoeg om met de auto's een afstand van 250 tot 500 km per lading af te leggen. De huidige Li- en Co-productie, en dat van twee andere metalen in de positieve elektrode: nikkel (Ni) en mangaan (Mn) is te laag om de toekomstige vraag te bekostigen



Figuur 10. Energie-cruciale elementen gebruikt in auto's.

Zij maakten een oplaadbare wereld

De Nobelprijs voor de scheikunde 2019 prijst de ontwikkeling van de lithium-ionbatterij.

Deze werd uitgereikt aan John B. Goodenough, M. Stanley Whittingham en Akira Yoshino voor hun bijdragen aan de ontwikkeling ervan. Deze oplaadbare batterij heeft aan de basis gestaan van vele draadloze elektronica zoals mobiele telefoons en laptops. Het wordt gebruikt in van alles: van energieopslag voor elektrische auto's tot dat van wind- en zonne-energie. Het maakt een fossiele brandstofvrije maatschappij mogelijk.

Leerdoelen

Aan het eind van de les, zal de student:

- Weten wat cruciale grondstoffen zijn en waarom ze cruciaal zijn voor de economie van de EU
- Weten hoe de cruciale grondstoffen over de wereld verdeeld zijn.
- Weten wat de voornaamste toepassingen zijn voor cruciale grondstoffen.
- Bewust zijn van het belang van cruciale grondstoffen voor de fabricage van alledaagse apparaten.

Sleutelvaardigheden in het Europese raamwerk

Meertaligheidsvaardigheden
S1. Vermogen om concepten, gevoelens en feiten of meningen in gesproken of geschreven vorm te begrijpen en interpreteren.
S5. Kennis over de woordenschat, grammatica en taal.
Wiskundige, wetenschappelijke en technische vaardigheden
S4. Welwillendheid om nieuwe problemen uit nieuwe gebieden aan te pakken.
S5. Bekwaamheid tot kwantitatief denken.
Digitale vaardigheden
S2. Basisvaardigheden in de ICT.
Persoonlijke, sociale en leren-te-lerenvaardigheden
S2. Herkenning van beschikbare kansen.
Burgervvaardigheden
S1. Het vermogen effectieve interacties te hebben met anderen.
S2. Het vermogen aan te passen aan de situatie, flexibel te zijn en werken onder druk.
Cultureel bewustzijns- en uitdrukkingsvaardigheden
S1. Het vermogen een idee om te zetten in een actie
S3. Het vermogen te plannen te maken en taken te beheren.
S4. Onafhankelijkheid, motivatie en doorzettingsvermogen.

Verenigde Naties' Duurzame ontwikkelingsdoelen

		Enable access to basic services			Equal access to global expertise
		Safe medical devices			Sustainable urbanization
		Access to education			Responsible consumption and production
		Less hardship, more opportunities			Strengthen resilience, reduce disaster impact
		Safe and affordable water			Reduce marine pollution
		Energy — the golden thread			Sustainable use of terrestrial ecosystems
		Safety of workers and economic growth			Promote peaceful and inclusive societies
		Resilient infrastructure and sustainable industrialization			Better access to technology and innovation

Inhoud

“RAWsiko – DV speelt zich af in een toekomstige fantasiewereld waarin de hoofdproducent van cruciale grondstoffen plotsklaps besluit exports stop te zetten, waardoor een grondstofstormloop plaatsvindt. Vandaag de dag is China voor 70% wereldwijd voorzener van grondstoffen en voor 62% die van de EU (grondstoffen als

zeldzame aardelementen, magnesium, antimoon, natuurlijk grafiet, etc.). Spelers moeten een aantal lijsten voltooien met cruciale GSen die sleuteldelen zijn voor het bouwen verscheidene apparaten. Om de beschikking over deze GS-bronnen te krijgen, moeten ze hun “mijngerei”/middelen naar verschillende werelddelen verplaatsen.

Als dit gebied al ontgonnen wordt door een andere speler, moeten ze de middelen van elkander afdwingen.



Figurr 11 – Landen met het grootste aanbod in CGSen (Ladenberger A.; et al. Identification and quantification of secondary CRM resources in Europe – Technical report SCRREEN - Contractnummer: 730227 - Solutions for CRITICAL Raw materials

De plaats voor de hoofdbonnen voor een deel van de cruciale GSen vertegenwoordigen de echte hoofdmijnen waar deze mineralen gewonnen worden. Het elementen op de doelkaart stellen de meest belangrijke GSen voor de fabricage van de technologie weer. Het speelbord weergeeft, versimpeld, de echte geografische verdeling van de GSen – op basis van de GS-verdelingskaart als aangeleverd door de Geologische Opmeter van Zweden (partner van RM@schools)

De onregelmatige wereldwijde verdeling van sommige GSen is de reden dat sommige materialen als cruciaal beschouwd worden. Leveringsrisico's worden onder anderen bepaald door geopolitieke grenzen. Daartoe kunnen grondstoffen geconcentreerd worden binnen een landsgrens of mondiale regio. Dit leidt tot een monopolie of aanbodsbeperkingen als gevolg van klimaattechnische of regiopolitieke factoren. Veel van de aardse grondstoffen (bijv. Cu, Pb, Zn) zijn dusdanig over de wereld verdeeld dat er waarschijnlijk geen cruciaal punt behaald wordt. De grondstoffen die ongelijk verdeeld zijn, vormen een leverings- en verstoringsrisico.

Activiteit

Overzicht

“RAWsiko – Materialen om ons heen” is een computerspel dat geheel op beurtelings spelen zonder tijdslimiet is gebouwd. Er is dan ook geen bepaalde vaardigheid in computerspellen benodigd om het uiterste uit dit spel te halen voor de onervaren computerspeler. Elke ronde speel je met drie tot vijf spelers. Het is mogelijk om beurtelings te spelen op een apparaat, of online op verschillende apparaten (elke speler heeft zijn eigen apparaat).

Het spel is op dit moment in het Engels en Italiaans beschikbaar, maar er worden meer talen toegevoegd.

Het spel spelen

RAWsiko is beschikbaar op drie verschillende platformen: internetbrowser, Windows en Android. Het spel is niet gelijk op alle platforms (enkele kleine interfaceverschillen), maar je kan op verschillende platformen wel online samenspelen.

Alle RAWsiko zijn te vinden op deze website: <https://arraise.com/rawsiko/>. Gezien het spel nog af en toe nog verbeterd wordt, is het goed om de website in de gaten te houden bij het gebruik voor nieuwe versie van de Windows- en Androidversie.

ONLINE (BROWSER) -VERSIE

Dit is de meest toegankelijk en directe versie om te gebruiken – toegankelijk van elk besturingssysteem en altijd de laatste versie beschikbaar zonder er zelf iets voor te moeten doen. Wij raden deze dan ook aan. Bekijk <https://arraise.com/rawsiko/> voor de toegangslink naar het spel een lijst met ondersteunende browsers.

WINDOWSVERSIE

Deze versie werkt op Windowscomputers van 64 bit (waarin Windows 10 volledig ondersteund is en Windows 7 & 8 zouden moeten werken. Oudere systemen zijn niet grondig getest.) Om deze versie te kunnen spelen, volg deze link <https://arraise.com/rawsiko/> en de instructies om de game client (het programma dat het spel doet werken) op uw PC te gebruiken.

ANDROIDVERSIE

Deze versie zou moeten werken op elke smartphone of tablet met Android 4.4 of nieuwer. Het spel zou ergens gedurende 2021 in de Playstore beschikbaar moeten worden. Mocht dat niet zo zijn ga naar <https://arraise.com/rawsiko/> en volg daar de instructies om het spel handmatig te downloaden en installeren op jouw apparaat.

Organiseren van een speelsessie

LOKALE RONDE

Het starten van een ronde is erg makkelijk als alle spelers rondom hetzelfde apparaat zitten. Om te beginnen bekijk het *instellingen* menu om zeker te zijn van de keuze die je maakt voor speelduur en mogelijke extra regels.

Eenmaal dat gedaan hebbende, open *ronde samenstellen*, zorg ervoor dat *lokaal* linksboven groen uitgelicht staat. Laat elke speler een poppetje/karakter kiezen uit de onderstaande lijst en start dan het spel door op de groene knop onderaan te drukken.

Wanneer het spel start zal je op het panel linksboven zien welke speler op het moment aan de beurt is. Laat de speler zijn beurt voltooien en laat de volgende speler het apparaat besturen, enzovoort.

ONLINERONDE

Zoals eerder aangegeven: het spel werkt gelijk op elke versie en iedereen kan samen online spelen. Dus, maak je geen zorgen als mensen met verschillende versies bijeenkomen.

Nadat elke speler zijn profiel heeft volmaakt in het instellingenmenu en de *gastheer/ meester* de mogelijke extra regels en tijdsduur heeft ingesteld, maakt hij een kamer waarin iedereen samenkomt. Ga naar *ronde samenstellen* en kies *online* bovenaan. Als de speler met het internet verbonden is en de servers goed draaien, staat er *verbonden en klaar onder spelserver*. Zorg ervoor dat de speler de naam van de kamer intikt die hij zou willen (alles kan, de naam dient slechts ter onderscheiding), druk dan op de oranje +-knop onderaan.

Als alles goed is gegaan, zal de gastheer zijn profielnaam in het scherm rechts zien en zullen alle andere spelers de kamernaam in het uitvouwbare menu *kamer* zien. Door deze te selecteren, worden zij aan de kamer toegevoegd. De gastheer kan de ronde starten door op de groene knop onderaan te drukken.

Bijlage 1 - Handleiding

Dezelfde handleiding is beschikbaar op de spelwebsite <https://arraise.com/rawsiko/>.

Houd er rekening mee dat de handleiding nog kleine verbeteringen ondergaat en dat deze ook in meerdere talen beschikbaar komt. Gebruik dan ook voornamelijk de website.

Leerstappenplan

Stap 1- Tijd & Activiteit: 30 min - De leraar geeft een korte introductie over CGSen en hun belangrijke status in de overgang naar een koolstofarme economie.

Stap 2- Tijd & Activiteit: 20 min - De studenten worden verdeel in groepen (maximaal vijf per groep) en lezen de handleiding om te begrijpen hoe het spel te spelen. (Eventueel kunnen ze het spel downloaden)

Stap 3- Tijd & Activiteit: 40 min - Speel het spel

Stap 4- Tijd & Activiteit: 15 min - Beoordelvragen. De benodigde tijd en toetsing hangt af van het aantal vragen.

Beoordeling



Mogelijke vragen om de leereffectiviteit te toetsen voor enkele belangrijke delen:

1. Wat zijn CGSen?
2. Waarom zijn CGSen zo belangrijk?
3. Wanneer wordt een materiaal “cruciaal”?
4. Waar vinden we CGSen?
5. Noem tenminste drie toepassingen van CGSen

Erkenning

CNR bedankt het Liceo “Niccolò Copernico” in Bologna (Italië) en het Istituto di Istruzione Superiore “Maria Montessori – Leonardo da Vinci” in Porretta Terme (Italië) voor hun waardevolle samenwerking in de ontwikkeling en het testen van dit serieuze spel.



Daarnaast bedankt het CNR ARraise s.r.l., Milaan (Italië) voor de ontwikkeling van een digitale versie van het spel.